

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-344751

(43)Date of publication of application : 14.12.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/0045

(21)Application number : 2000-162895

(71)Applicant : YAMAHA CORP

(22)Date of filing : 31.05.2000

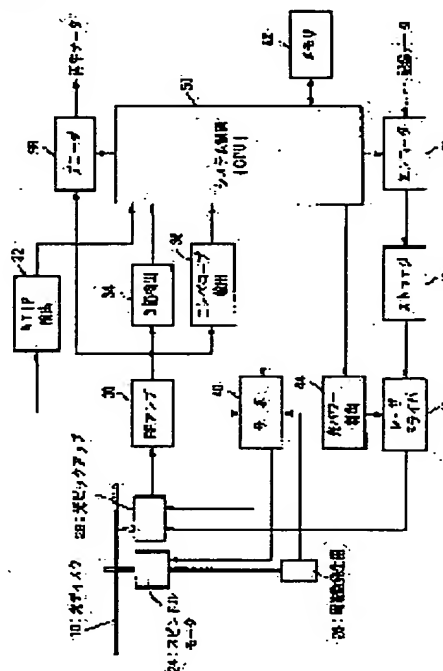
(72)Inventor : NAKASHIRO YUKIHISA

## (54) METHOD AND DEVICE FOR RECORDING OPTICAL DISK

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform high-definition recording by controlling an optical beam to have proper recording power at each point of time in the case of variably recording a linear velocity power in accordance with the radial direction position of an optical disk.

**SOLUTION:** The recording power (y) of the optical beam is variably controlled in accordance with a function  $y=ax+b$  corresponding to a linear velocity power (x). The value (a) of the function is fixed to a value corresponding to the kind of the disk. Prior to the recording of the optical disk, test recording is performed by one appropriate linear velocity power to obtain an appropriate recording power in the linear speed power. The value of (b) by which the recording power becomes the solution of the function in the linear velocity power is obtained. In actual recording, in accordance with the linear velocity power at each radial direction position, the value of the appropriate recording power is obtained based on the function to control the optical beam to have the obtained recording power value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3496628

[Date of registration] 28.11.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-344751

(P2001-344751A)

(43)公開日 平成13年12月14日(2001.12.14)

(51) Int.Cl.?

識別記号

FI

テーマコード(参考)

G 1 1 B 7/0045

G 1 1 B 7/0045

A 5D090

審査請求 有 請求項の数23 OL (全 20 頁)

(21)出願番号 特願2000-162895(P2000-162895)

(22)出願日 平成12年 5 月31日(2000. 5. 31)

(71)出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72)発明者 中城 幸久

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社  
会社内

(74) 代理人 100090228

井理士 加藤 邦彦

Fターム(参考) 5D090 AA01 BB03 CC01 DD03 EE01

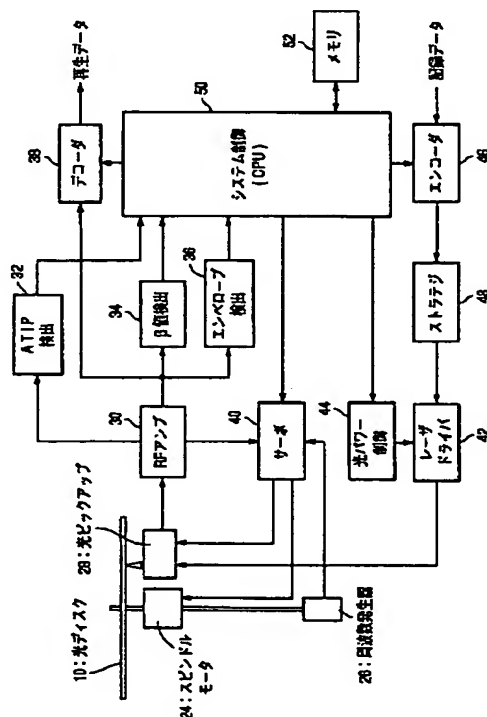
FF21 KK03

(54)【発明の名称】 光ディスク記録方法および光ディスク記録装置

(57) 【要約】

【課題】光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する場合に、各時点で光ビームを適正な記録パワーに制御して高品位な記録を行えるようにする。

【解決手段】光ビームの記録パワー $y$ を線速度倍率 $x$ に応じて、関数 $y = ax + b$ に従って可変制御する。該関数の $a$ の値をディスク種類に応じた固定値とする。光ディスクの記録に先立ち、適宜の1つの線速度倍率でテスト記録を行い、その線速度倍率での適正記録パワーを求める。該記録パワーが該線速度倍率での前記関数の解となる前記 $b$ の値を求める。本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、該関数に基づき適正記録パワー値を求めて、光ビームを該求められた記録パワー値に制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 形成すべきビット長に応じて記録用光ビームの照射時間を

$(n + k) T$

但し、 $T$ ：単位ビット長に相当する時間

$n$ ：単位ビット長に対する形成すべきビット長の倍数  
(自然数)

$k$ ：補正量

に制御して光ディスクの記録を行う方法において、線速度倍率を可変に記録する場合に、記録線速度倍率が高くなるにつれて前記光ビームの記録パワーを高くすると共に、所定の線速度倍率を境界として、その速度倍率未満では線速度倍率に応じて前記補正量  $k$  の値を変化させ、該速度倍率以上では該補正量  $k$  の値を固定して記録を行う光ディスク記録方法。

【請求項 2】 前記境界の線速度倍率が 8 倍速以上の倍率である請求項 1 記載の光ディスク記録方法。

【請求項 3】 光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録し、前記境界の線速度倍率を、該線速度倍率可変範囲内の途中の線速度倍率とする請求項 1 または 2 記載の光ディスク記録方法。

【請求項 4】 光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する方法であって、光ディスクの記録に先立ち、本番の記録で使用する線速度倍率の可変範囲よりも低い複数の線速度倍率でそれぞれテスト記録を行い、該各線速度倍率での適正記録パワーを求め、これら複数の線速度倍率について求められた適正記録パワーに基づき線速度倍率に対する適正記録パワーの特性を設定し、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記特性に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光ビームを該求められた記録パワー値に制御する光ディスク記録方法。

【請求項 5】 光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する方法であって、光ディスクの記録に先立ち、本番の記録で使用する可変範囲内の 1 つの線速度倍率および該可変範囲よりも低い 1 つまたは複数の線速度倍率でそれぞれテスト記録を行い、該各線速度倍率での適正記録パワーを求め、これら複数の線速度倍率について求められた適正記録パワーに基づき線速度倍率に対する適正記録パワーの特性を設定し、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記特性に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光ビームを該求められた記録パワー値に制御する光ディスク記録方法。

【請求項 6】 前記特性が 1 つの一次関数または 1 つの二次以上の関数で構成される請求項 4 または 5 記載の光ディスク記録方法。

【請求項 7】 光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍

率を可変に記録する方法であって、

光ビームの記録パワー  $y$  を線速度倍率  $x$  に応じて、関数  $y = a x + b$

に従って可変制御するものとし、

該関数の  $a$  の値をディスク種類に応じた固定値とし、光ディスクの記録に先立ち、適宜の 1 つの線速度倍率でテスト記録を行い、その線速度倍率での適正記録パワーを求め、該記録パワーが該線速度倍率での前記関数の解となる前記  $b$  の値を求め、

本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記  $a$  および  $b$  の値が設定された前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光ビームを該求められた記録パワー値に制御する光ディスク記録方法。

【請求項 8】 光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する方法であって、

光ビームの記録パワー  $y$  を線速度倍率  $x$  に応じて、関数  $y = a x + b$

に従って可変制御するものとし、

該関数の  $a$  の値をディスク種類に応じた固定値とし、光ディスクの記録に先立ち、適宜の 2 つの線速度倍率でテスト記録を行い、該両線速度倍率での適正記録パワーを求め、該両線速度倍率での前記関数の解に対する該求められた両記録パワーの誤差の平方和が最小となる前記  $b$  の値を求め、

本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記  $a$  および  $b$  の値が設定された前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光ビームを該求められた記録パワー値に制御する光ディスク記録方法。

【請求項 9】 光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する方法であって、

光ビームの記録パワー  $y$  を線速度倍率  $x$  に応じて、関数  $y = a x^2 + b x + c$

に従って可変制御するものとし、

該関数の  $a$  および  $b$  の値をディスク種類に応じた固定値とし、

光ディスクの記録に先立ち、適宜の 1 つの線速度倍率でテスト記録を行い、その線速度倍率での適正記録パワーを求め、該記録パワーが該線速度倍率での前記関数の解となる前記  $c$  の値を求め、

本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記  $a$ 、 $b$  および  $c$  の値が設定された前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光ビームを該求められた記録パワー値に制御する光ディスク記録方法。

【請求項 10】 光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する方法であって、

光ビームの記録パワー  $y$  を線速度倍率  $x$  に応じて、関数  $y = a x^2 + b x + c$

に従って可変制御するものとし、

該関数の  $a$  および  $b$  の値をディスク種類に応じた固定値とし、

光ディスクの記録に先立ち、適宜の 2 つの線速度倍率でテスト記録を行い、該両線速度倍率での適正記録パワーを求め、該両線速度倍率での前記関数の解に対する該求められた両記録パワーの誤差の平方和が最小となる前記  $c$  の値を求め、

本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記  $a$ 、 $b$  および  $c$  の値が設定された前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光ビームを該求められた記録パワー値に制御する光ディスク記録方法。

【請求項 11】前記光ディスクを回転速度一定に制御することにより、前記光ディスクの径方向位置に応じた線速度倍率可変制御記録を実行する請求項 3 から 10 のいずれかに記載の光ディスク記録方法。

【請求項 12】前記回転速度一定制御の回転数と前記光ディスクのウォブルから読み取られる時間情報に基づき各時点の線速度を演算し、該線速度が所定値に到達した以降外周側で線速度一定に制御して記録する請求項 11 記載の光ディスク記録方法。

【請求項 13】光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、  
該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、  
該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、  
形成すべきピット長に応じて記録用光ビームの照射時間を

$$(n+k)T$$

但し、 $T$ ：単位ピット長に相当する時間

$n$ ：単位ピット長に対する形成すべきピット長の倍数  
(自然数)

$k$ ：補正量

に制御するストラテジ部と、

記録線速度倍率に対する前記光ビームの記録パワーの特性として、記録線速度倍率が高くなるにつれて該光ビームの記録パワーが高くなる特性を記憶し、記録線速度倍率に対する前記補正量  $k$  の特性として、所定の線速度倍率を境界として、その線速度倍率未満では線速度倍率に応じて前記補正量  $k$  の値が変化し、該速度倍率以上では前記補正量  $k$  の値が固定となる特性を記憶する記憶部と、

前記光ディスクの記録時に、記録線速度倍率に応じて、前記記憶部に記憶されている光ビームの記録パワーの特性に基づき前記光パワー制御部に光ビームの記録パワーを指令し、該記憶部に記憶されている補正量  $k$  の特性に基づき前記ストラテジ部に補正量  $k$  を指令する制御を行うシステム制御部とを具備してなる光ディスク記録装置。

【請求項 14】前記記憶部が、ディスク種類ごとに前記記録線速度倍率に対する補正量  $k$  の特性を記憶しており、

前記システム制御部が、ディスク種類を判別して、前記記憶部に記憶されている補正量  $k$  の特性のうち該当する特性に基づき前記ストラテジ部に補正量  $k$  を指令する制御を行う請求項 13 記載の光ディスク記録装置。

【請求項 15】光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、

該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、

該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、

システム制御部とを具備し、

該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、本番の記録で使用する線速度倍率の可変範囲よりも低い複数の線速度倍率でそれぞれテスト記録を行い、これら各テスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正值となる記録パワー値をそれぞれ求め、これら複数の線速度倍率について求められた適正記録パワーに基づき線速度倍率に対する適正記録パワーの特性を設定し、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記特性に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行う光ディスク記録装置。

【請求項 16】光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、

該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、

該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、

システム制御部とを具備し、

該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、本番の記録で使用する可変範囲内の 1 つの線速度倍率および該可変範囲よりも低い 1 つまたは複数の線速度倍率でそれぞれテスト記録を行い、これら各テスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正值となる記録パワー値をそれぞれ求め、これら複数の線速度倍率について求められた適正記録パワーに基づき線速度倍率に対する適正記録パワーの特性を設定し、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記特性に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行う光ディ

スク記録装置。

【請求項 17】 光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、

該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、

記録線速度倍率  $x$  に対する前記光ビームの記録パワー  $y$  の特性として、関数

$$y = ax + b$$

但し、 $a$  : ディスク種類に応じた固定値を記憶する記憶部と、

システム制御部とを具備し、

該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、適宜の 1 つの線速度倍率でテスト記録を行い、このテスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正値となる記録パワー値を求め、該記録パワーが該線速度倍率での前記関数の解となる前記  $b$  の値を求め、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行う光ディスク記録装置。

【請求項 18】 光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、

該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、

該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、

記録線速度倍率  $x$  に対する前記光ビームの記録パワー  $y$  の特性として、関数

$$y = ax + b$$

但し、 $a$  : ディスク種類に応じた固定値を記憶する記憶部と、

システム制御部とを具備し、

該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、適宜の 2 つの線速度倍率でテスト記録を行い、これらテスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正値となる記録パワー値をそれぞれ求め、該両線速度倍率での前記関数の解に対する該求められた両記録パワーの誤差の平方和が最小となる前記  $b$  の値を求め、本番の記録時

に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行う光ディスク記録装置。

【請求項 19】 光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、

該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、

該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、

記録線速度倍率  $x$  に対する前記光ビームの記録パワー  $y$  の特性として、関数

$$y = ax^2 + bx + c$$

但し、 $a$ ,  $b$  : ディスク種類に応じた固定値を記憶する記憶部と、

システム制御部とを具備し、

該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、適宜の 1 つの線速度倍率でテスト記録を行い、このテスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正値となる記録パワー値を求め、該記録パワーが該線速度倍率での前記関数の解となる前記  $c$  の値を求め、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行う光ディスク記録装置。

【請求項 20】 光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、

該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、

該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、

記録線速度倍率  $x$  に対する前記光ビームの記録パワー  $y$  の特性として、関数

$$y = ax^2 + bx + c$$

但し、 $a$ ,  $b$  : ディスク種類に応じた固定値を記憶する記憶部と、

システム制御部とを具備し、

該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、適宜の 2 つの線速度倍率でテスト記録を行い、これらテスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正値と

なる記録パワー値をそれぞれ求め、該両線速度倍率での前記関数の解に対する該求められた両記録パワーの誤差の平方和が最小となる前記cの値を求め、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行う光ディスク記録装置。

【請求項21】前記記憶部が、ディスク種類ごとに前記記録線速度倍率xに対する光ビームの記録パワーyの特性を記憶しており、

前記システム制御部が、ディスク種類を判別して、前記記憶部に記憶されている光ビームの記録パワーyの特性のうち該当する特性に基づき光ビームの記録パワーyを指令する制御を行う請求項17から20のいずれかに記載の光ディスク記録装置。

【請求項22】前記システム制御部が、前記ディスクサーボに対し、前記光ディスクの適宜の径方向位置を境界として、その内周側で回転速度一定に駆動し、外周側で該回転速度一定制御における線速度倍率最終値で線速度一定に駆動する指令を発する請求項13から21のいずれかに記載の光ディスク記録装置。

【請求項23】前記光ディスクのウォブルから時間情報を読み取る時間情報読み取り部を更に具備し、前記システム制御部が、前記回転速度一定制御の回転数と前記光ディスクのウォブルから読み取られる時間情報に基づき各時点の線速度を演算し、該線速度が所定値に到達した以降外周側で線速度一定に制御して記録する請求項22記載の光ディスク記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、CD-R（CDレコーダブル）ディスク、DVD-R（DVDレコーダブル）ディスク等の記録可能型光ディスクの記録方法および記録装置に関し、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する場合に、各時点で、光ビームの照射時間に関する記録ストラテジの補正量を適正な値に制御して、あるいは光ビームを適正な記録パワーに制御して高品位な記録を行えるようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】CD-R、DVD-R等の線速度一定（CLV）記録型光ディスクの記録方法として、標準の線速度（1倍速）よりも高い線速度で記録する高速記録が用いられることがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】線速度一定記録においては、光ディスクの内周側ほどスピンドル回転数が高くなる。特に、高速記録の場合顕著であり、例えば16倍速では最内周で8000rpm以上にもなる。このため、ディスク内周側の記録では、ドライブの自励振動が大きくなり（特に、偏重心ディスクの場合）、ビット形

成が不安定になる。また、ハードディスクに一旦イメージファイルを作成することなく別のCD-ROMドライブからCD-Rドライブに書き込みを行ういわゆるオンザフライ書き込みを高速で行う場合、CD-ROMドライブを回転速度一定（CAV）で高速再生させ、CD-Rドライブを線速度一定で高速記録させて記録を行う方法があるが、このときCAV再生されているCD-ROMドライブの線速度は、外周側では32倍速位あっても内周側では16倍速位しかなく、内周側の再生時にデータ転送が間に合わなくなり、いわゆるバッファアンダーランが生じて書き込みが失敗することがある。

【0004】これらの問題を解決する方法として、CD-Rの記録を、図2に示すように、内周側はCAVで行い、外周側はCLVで行う方法が考えられている。すなわち、プログラム領域の最内周位置で線速度が例えば12倍速に相当する回転数でCAV記録を開始し、この回転数で線速度が例えば16倍速に達したら、以後16倍速でCLV記録を行う。このようにCAV記録とCLV記録を切り換えることにより、最大回転数が抑えられて自励振動が抑制され、かつオンザフライ書き込みの失敗が防止される。

【0005】このようにCAV記録とCLV記録を切り換えて記録を行う方法では、CAV記録時に線速度が変化するため、記録光ビームの最適記録パワーが順次変化する。また、記録用光ビームの照射時間に関する記録ストラテジとして、

$(n+k)T$

但し、T：単位ピット長に相当する時間

n：単位ピット長に対する形成すべきピット長の倍数（自然数）

k：補正量

が用いられるが、補正量kの適正值も記録時の線速度によって変化する。

【0006】この発明は上述の点に鑑みてなされたもので、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する場合に、各時点で、光ビームの照射時間に関する記録ストラテジの補正量を適正な値に制御して、あるいは光ビームを適正な記録パワーに制御して高品位な記録を行えるようにした光ディスク記録方法および記録装置を提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明の光ディスクの記録方法は、形成すべきピット長に応じて記録用光ビームの照射時間を

$(n+k)T$

但し、T：単位ピット長に相当する時間

n：単位ピット長に対する形成すべきピット長の倍数（自然数）

k：補正量

に制御して光ディスクの記録を行う方法において、線速



度倍率を可変に記録する場合に、記録線速度倍率が高くなるにつれて前記光ビームの記録パワーを高くすると共に、所定の線速度倍率を境界として、その速度倍率未満では線速度倍率に応じて前記補正量 $k$ の値を変化させ、該速度倍率以上では該補正量 $k$ の値を固定して記録を行うようにしたものである。すなわち、本発明者の実験によれば、後述するように、記録線速度倍率が高くなるにつれて光ビームの記録パワーを高くする場合に、良好な再生信号品位が得られる補正量 $k$ の値は、記録線速度が比較的低い領域では大きく変化し、記録線速度が比較的高い領域ではほぼ一定となることがわかった。そこで、この発明では、所定の線速度倍率を境界として、その速度倍率未満では線速度倍率に応じて前記補正量 $k$ の値を変化させ、該速度倍率以上では該補正量 $k$ の値を固定して記録を行うことにより、高品位な記録を行えるようにしている。この場合、境界の線速度倍率は光ディスクの種類（使用色素の違いやメーカーの違い等）によって多少異なるが、概ね8倍速以上の倍率（例えば、8倍速、10倍速等）に設定できることがわかった。この発明によれば、境界の線速度倍率以上でのみ線速度を変化させて記録を行う場合は、補正量 $k$ を一定値に固定して記録を行うことができる。また、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録し、境界の線速度倍率を、該線速度倍率可変範囲内の途中の線速度倍率とする場合には、線速度倍率が該境界の線速度倍率未満の時は線速度倍率に応じて補正量 $k$ を変化させ、該境界の線速度倍率以上の時は補正量 $k$ を一定値に固定することができる。

【0008】この発明の光ディスク記録方法は、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する方法であって、光ディスクの記録に先立ち、本番の記録で使用する線速度倍率の可変範囲よりも低い複数の線速度倍率でそれぞれテスト記録を行い、該各線速度倍率での適正記録パワーを求め、これら複数の線速度倍率について求められた適正記録パワーに基づき線速度倍率に対する適正記録パワーの特性を設定し、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記特性に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光ビームを該求められた記録パワー値に制御するものである。この発明によれば、本番の記録で使用する線速度倍率の可変範囲よりも低い複数の線速度倍率でそれぞれテスト記録を行うようにしたので、本番の記録で使用する線速度倍率が高い場合であっても、比較的低い回転数でテスト記録を行うことができ、テスト記録時の自励振動を抑制して適正記録パワーを安定に検出して、本番の記録を高品位に行うことができる。この発明の光ディスク記録方法は、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する方法であって、光ディスクの記録に先立ち、本番の記録で使用する可変範囲内の1つの線速度倍率および該可変範囲よりも低い1つまたは複数の線速度倍率でそれぞ

れテスト記録を行い、該各線速度倍率での適正記録パワーを求め、これら複数の線速度倍率について求められた適正記録パワーに基づき線速度倍率に対する適正記録パワーの特性を設定し、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記特性に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光ビームを該求められた記録パワー値に制御するものである。この発明によれば、本番の記録で使用する可変範囲内の1つの線速度倍率および該可変範囲よりも低い1つまたは複数の線速度倍率でそれぞれテスト記録を行うようにしたので、少なくとも一点については比較的低い回転数でテスト記録を行うことができ、テスト記録時の自励振動を抑制して適正記録パワーを安定に検出して、本番の記録を高品位に行うことができる。また、本番の記録で使用する可変範囲内の線速度倍率と該可変範囲よりも低い線速度倍率でそれぞれテスト記録を行うので、互いに離れた線速度倍率でテスト記録を行うことができ、傾き等の誤差が少ない特性を設定することができる。

【0009】なお、上記適正記録パワーの特性は、簡単には例えば1つの一次関数または1つの二次以上の関数で構成することができる。1つの一次関数で構成する場合には、例えば、光ビームの記録パワー $y$ を線速度倍率 $x$ に応じて、関数 $y = ax + b$ に従って可変制御するものとし、光ディスクの記録に先立ち、本番の記録で使用する可変範囲内の線速度倍率と該範囲よりも低い線速度倍率の2つの線速度倍率でそれぞれテスト記録を行い

（または本番の記録で使用する可変範囲よりも低い2つの線速度倍率でそれぞれテスト記録を行い）、該両線速度倍率での適正記録パワーを求め、該両記録パワーが該各線速度倍率での前記関数の解となる前記 $a$ および $b$ の値を求めて設定し、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記 $a$ および $b$ の値が設定された前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光ビームを該求められた記録パワー値に制御するものとすることができる。

【0010】この発明の光ディスク記録方法は、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する方法であって、光ビームの記録パワー $y$ を線速度倍率 $x$ に応じて、関数 $y = ax + b$ に従って可変制御するものとし、該関数の $a$ の値をディスク種類に応じた固定値とし、光ディスクの記録に先立ち、適宜の1つの線速度倍率（例えば、本番の記録で使用する可変範囲内の線速度倍率または該可変範囲外（例えば、該可変範囲以下）の線速度倍率）でテスト記録を行い、その線速度倍率での適正記録パワーを求め、該記録パワーが該線速度倍率での前記関数の解となる前記 $b$ の値を求め、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記 $a$ および $b$ の値が設定された前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光ビームを該求められた記録パワー値に制御するものである。この発明の光ディスク記録方法



は、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する方法であって、光ビームの記録パワー $y$ を線速度倍率 $x$ に応じて、関数 $y = ax + b$ に従って可変制御するものとし、該関数の $a$ の値をディスク種類に応じた固定値とし、光ディスクの記録に先立ち、適宜の2つの線速度倍率（例えば、本番の記録で使用する可変範囲内の1つの線速度倍率および該可変範囲よりも低い1つの線速度倍率、または本番の記録で使用する可変範囲よりも低い2つの線速度倍率）でテスト記録を行い、該両線速度倍率での適正記録パワーを求め、該両線速度倍率での前記関数の解に対する該求められた両記録パワーの誤差の平方和が最小となる前記 $b$ の値を求め、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記 $a$ および $b$ の値が設定された前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光ビームを該求められた記録パワー値に制御するものである。本発明者の実験によれば、光ビームの記録パワー $y$ を線速度倍率 $x$ に応じて、関数 $y = ax + b$ に従って可変制御できる場合には、該関数の $a$ の値をディスク種類に応じた固定値とし、 $b$ の値をディスクごとに適宜の1つの線速度倍率でのテスト記録に基づき設定できることがわかった。この発明によれば、 $a$ の値を予め正確に求めて設定しておくことにより、テスト記録で $a$ および $b$ の両方の値を求める場合に比べて、 $a$ の値の測定誤差を少なくすることができる。なお、この発明において、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する方法としては、例えば光ディスクを回転速度一定に制御することにより、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率が順次変化していく場合を含む。この場合、例えば回転速度一定制御の回転数と光ディスクのウォブルから読み取られる時間情報に基づき各時点の線速度を演算し、該線速度が所定値に到達した以降外周側で線速度一定に制御して記録することができる。

【0011】この発明の光ディスク記録装置は、光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、形成すべきピット長に応じて記録用光ビームの照射時間を

$$(n+k)T$$

但し、 $T$ ：単位ピット長に相当する時間

$n$ ：単位ピット長に対する形成すべきピット長の倍数（自然数）

$k$ ：補正量

に制御するストラテジ部と、記録線速度倍率に対する前記光ビームの記録パワーの特性として、記録線速度倍率が高くなるにつれて該光ビームの記録パワーが高くなる特性を記憶し、記録線速度倍率に対する前記補正量 $k$ の特性として、所定の線速度倍率を境界として、その線速度倍率未満では線速度倍率に応じて前記補正量 $k$ の値が

変化し、該速度倍率以上では前記補正量 $k$ の値が固定となる特性を記憶する記憶部と、前記光ディスクの記録時に、記録線速度倍率に応じて、前記記憶部に記憶されている光ビームの記録パワーの特性に基づき前記光パワー制御部に光ビームの記録パワーを指令し、該記憶部に記憶されている補正量 $k$ の特性に基づき前記ストラテジ部に補正量 $k$ を指令する制御を行うシステム制御部とを具備してなるものである。この場合、例えば前記記憶部が、ディスク種類ごとに前記記録線速度倍率に対する補正量 $k$ の特性を記憶しており、前記システム制御部が、ディスク種類を判別して、前記記憶部に記憶されている補正量 $k$ の特性のうち該当する特性に基づき前記ストラテジ部に補正量 $k$ を指令する制御を行うものとすることができる。

【0012】この発明の光ディスク記録装置は、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、システム制御部とを具備し、該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、本番の記録で使用する線速度倍率の可変範囲よりも低い複数の線速度倍率でそれぞれテスト記録を行い、これら各テスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正值となる記録パワー値をそれぞれ求め、これら複数の線速度倍率について求められた適正記録パワーに基づき線速度倍率に対する適正記録パワーの特性を設定し、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記特性に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行うものである。

【0013】この発明の光ディスク記録装置は、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、システム制御部とを具備し、該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、本番の記録で使用する可変範囲内の1つの線速度倍率および該可変範囲よりも低い1つまたは複数の線速度倍率でそれぞれテスト記録を行い、これら各テスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正值となる記録

パワー値をそれぞれ求め、これら複数の線速度倍率について求められた適正記録パワーに基づき線速度倍率に対する適正記録パワーの特性を設定し、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記特性に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行うものである。

【0014】この発明の光ディスク記録装置は、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、記録線速度倍率 $x$ に対する前記光ビームの記録パワー $y$ の特性として、関数

$$y = ax + b$$

但し、 $a$ ：ディスク種類に応じた固定値を記憶する記憶部と、システム制御部とを具備し、該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、適宜の1つの線速度倍率でテスト記録を行い、このテスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正值となる記録パワー値を求め、該記録パワーが該線速度倍率での前記関数の解となる前記 $b$ の値を求め、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行うものである。

【0015】この発明の光ディスク記録装置は、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、記録線速度倍率 $x$ に対する前記光ビームの記録パワー $y$ の特性として、関数

$$y = ax + b$$

但し、 $a$ ：ディスク種類に応じた固定値を記憶する記憶部と、システム制御部とを具備し、該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、適宜の2つの線速度倍率でテスト記録を行い、これらテスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正值となる記録パワー値をそれぞれ求め、該両線速度倍率での前記関数の解に対する該求められた両記録パワーの誤差の平方和が最小となる前記 $b$ の値を求め、本番の記録時

に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行うものである。

【0016】この発明の光ディスク記録装置は、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、記録線速度倍率 $x$ に対する前記光ビームの記録パワー $y$ の特性として、関数

$$y = ax^2 + bx + c$$

但し、 $a$ 、 $b$ ：ディスク種類に応じた固定値を記憶する記憶部と、システム制御部とを具備し、該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、適宜の1つの線速度倍率でテスト記録を行い、このテスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正值となる記録パワー値を求め、該記録パワーが該線速度倍率での前記関数の解となる前記 $c$ の値を求め、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行うものである。

【0017】この発明の光ディスク記録装置は、光ディスクの径方向位置に応じて線速度倍率を可変に記録する光ディスク記録装置であって、前記光ディスクを回転駆動するディスクサーボと、該光ディスクに光ビームを照射して記録および再生を行う光ピックアップと、該光ピックアップから出射する光ビームのパワーを制御する光パワー制御部と、該光ピックアップで検出される再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータ値を求める信号品位検出部と、記録線速度倍率 $x$ に対する前記光ビームの記録パワー $y$ の特性として、関数

$$y = ax^2 + bx + c$$

但し、 $a$ 、 $b$ ：ディスク種類に応じた固定値を記憶する記憶部と、システム制御部とを具備し、該システム制御部は、前記光ディスクの本番の記録に先立ち、所定のテスト領域で、適宜の2つの線速度倍率でテスト記録を行い、これらテスト記録の再生信号に基づき、再生信号品位に関する所定のパラメータが適正值となる記録パワー値をそれぞれ求め、該両線速度倍率での前記関数の解に対する該求められた両記録パワーの誤差の平方和が最小となる前記 $c$ の値を求め、本番の記録時に、各径方向位置での線速度倍率に応じて、前記関数に基づき適正記録パワー値を求めて、前記光パワー制御部に対し、該求められた記録パワー値を指令する制御を行

うものである。

【0018】なお、この発明の光ディスク記録装置においては、例えば前記記憶部が、ディスク種類ごとに前記記録線速度倍率 $x$ に対する光ビームの記録パワー $y$ の特性を記憶しており、前記システム制御部が、ディスク種類を判別して、前記記憶部に記憶されている光ビームの記録パワー $y$ の特性のうち該当する特性に基づき光ビームの記録パワー $y$ を指令する制御を行うものとして行うことができる。また、例えば前記システム制御部が、前記ディスクサーボに対し、前記光ディスクの適宜の径方向位置を境界として、その内周側で回転速度一定に駆動し、外周側で該回転速度一定制御における線速度倍率最終値で線速度一定に駆動する指令を発するものとして行うことができる。また、この発明の光ディスク記録装置は、前記光ディスクのウォブルから時間情報を読み取る時間情報読み取り部を更に具備し、前記システム制御部が、前記回転速度一定制御の回転数と前記光ディスクのウォブルから読み取られる時間情報に基づき各時点の線速度を演算し、該線速度が所定値に到達した以降外周側で線速度一定に制御して記録するものとして行うことができる。

【0019】また、この発明において、テスト記録は、例えばディスク最内周のPCA (Power Calibration Area: パワー較正領域)で行うことができる。また、この発明は、CD-Rディスク、DVD-Rディスク等の色素系追記型線速度一定光ディスク、その他この発明が適用可能な各種光ディスクの記録に適用することができる。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】この発明の実施の形態を以下説明する。ここでは、CD-Rディスクを、その径方向位置に応じてCAV記録とCLV記録に切り換えて記録する際にこの発明を適用した場合について説明する。CD-Rディスクの領域分割を図3に示す。光ディスク10 (CD-Rディスク)は、直径46~50mmの区間がリードイン領域14として用意され、それよりも内周側にPCA領域 (Power Calibration Area: パワー較正領域) 12が用意されている。PCA領域12は、テスト領域12aとカウント領域12bで構成されている。テスト領域12aにはOPC (Optimum Power Control: 記録ビームの最適記録パワー調整) のテスト記録が行われる。このテスト記録は、例えば1回のテスト記録を記録パワーを15段階に変化させて行い、1つの記録パワーにつき1サブコードフレーム分 (これに限らない) のEFM信号を記録し、合計15サブコードフレーム分のEFM信号を記録して行われる。テスト領域12aには、このテスト記録を例えば100回分 (1回のOPCでテスト記録を1回行うので、OPC100回分) 行う容量 (例えば1500サブコードフレーム) が割り当てられている。カウント領域12bにはOPCが行われるごとに1サブコードフレーム分のEFM信号が記録される。

カウント領域12bには、テスト領域12aと同じOPC回数分の容量 (例えばOPC100回分であれば、100サブコードフレーム) が割り当てられている。OPCを行う際には、予めカウント領域12bのEFM信号がどこまで記録されているかを検出して、今回のテスト記録をテスト領域12a内のどこから行うべきかが判断される。

【0021】リードイン領域14に隣接してその外周側にはプログラム領域18が用意されている。インフォメーション領域16全体のトラック (プリグループ) のウォブルには、ATIP情報として、時間情報等が記録されている。ATIP時間情報は、プログラム領域18の開始位置を基点として、その外周側ではインフォメーション領域16の外周側端部まで連続した (単純に増加する) 値が記録され、内周側ではインフォメーション領域16の内周側端部まで連続した (単純に減少する) 値が記録されている。リードアウト領域はプログラム領域18の終端部 (記録を閉じた位置) の直後に形成される。

【0022】この発明の光ディスク記録装置の実施の形態を図1に示す。光ディスク10 (CD-Rディスク) はスピンドルモータ24で回転駆動される。スピンドルモータ24の回転数は周波数発生器26で検出される。光ピックアップ28は、光ディスク10に光ビーム (レーザー光) を照射して、情報の記録および再生を行う。光ピックアップ28の戻り光受光信号 (EFM信号) は、RFアンプ30に供給される。ATIP検出回路32はEFM信号からウォブル信号成分を抽出し、さらにこのウォブル信号成分に含まれるATIP情報を復号する。ATIP情報には、各位置の時間情報 (アドレス情報) やディスク種類を示す識別情報 (ディスクID) が含まれている。 $\beta$ 値検出回路34は、EFM信号波形から再生信号品位に関するパラメータとして $\beta$ 値 (アシンメトリ値) を算出する。 $\beta$ 値は再生EFM信号波形のピークレベル (符号は+) を $a$ 、ボトムレベルを $b$  (符号は-) とすると  $(a+b)/(a-b)$  で求まる。エンベロープ検出回路36はEFM信号のエンベロープを検出する。このエンベロープ検出は、OPCを行う際に、予めカウント領域12b (図3) のどこまでEFM信号が記録されているかを検出するのに用いられる。デコーダ38はEFM信号をEFM復調して再生データを得る。

【0023】サーボ回路40はスピンドルモータ24の回転制御および光ピックアップ28のフォーカス、トラッキング、送りの各制御を行う。スピンドルモータ24の制御は、径方向位置に応じてCAV制御とCLV制御を切り換えて行う。CAV制御は、周波数発生器26で検出される回転数が、設定された回転数に一致するようにスピンドルモータ24を制御することにより行われる。CLV制御は、EFM信号から検出されるウォブル信号が、設定された線速度倍率になるようにスピンドルモータ24を制御することにより行われる。レーザードラ

イバ 42 は光ピックアップ 28 内のレーザ源を駆動する。光パワー制御回路 44 はレーザドライバ 42 を制御して、記録時（テスト記録時および本番の記録時）および再生時のレーザパワーを制御する。記録データはエンコーダ 46 で EFM 変調され、ストラテジ回路 48 で時間軸が補正処理されて、レーザドライバ 42 のレーザ駆動信号を変調する。この変調されたレーザ駆動信号で光ピックアップ 28 のレーザ源を駆動することにより、情報の記録が行われる。再生時は、レーザドライバ 42 は光ピックアップ 28 のレーザ源を所定の再生パワーで駆動する。メモリ 52 はフラッシュ ROM 等で構成され、ディスク ID ごとに、記録線速度倍率に対する記録ストラテジの補正値  $k$  の特性および記録線速度倍率に対する記録パワーの特性を記憶している。これらの特性情報はダウンロードで更新することができる。

【0024】システム制御回路 50 (CPU) は、この光ディスク記録装置全体を制御する。システム制御回路 50 は、この発明に関し、特に次の制御を行う。

(a) ATIP 検出回路 32 で検出されるディスク ID に基づきディスク種類を判別して、メモリ 52 に記憶されている記録ストラテジの補正量  $k$  の特性および光ビームの記録パワーの特性のうち該当する特性を指定する。

(b) 光ディスク 10 の本番の記録に先立ち、PCA 領域 12 でテスト記録を行い、該テスト記録の再生信号に基づき、 $\beta$  値検出回路 34 で検出される  $\beta$  値が適正値となる記録パワー値を求め、この測定に基づき光ビームの記録パワーの特性関数における未定の定数を設定する。

(c) 本番の記録時に、回転速度一定制御の指令回転数（ドライブに予め設定されている回転数上限値等）と ATIP 検出回路 32 で検出される時間情報に基づき各時点の線速度倍率を演算し、サーボ回路 40 に対し、該線速度倍率が指令線速度倍率（使用者等により指令された線速度倍率）に到達する前の内周側で、該指令回転数で回転速度一定駆動を指令し、該線速度倍率が該指令線速度倍率に到達した以降外周側で、該指令線速度倍率で線速度一定駆動を指令する。この場合、各時点の線速度倍率  $V$  は、例えば次式の演算により求められる。

$$【0025】 V = 2\pi R \cdot V_{CAV} / V_{CLV}$$

但し、 $R$ ：該当位置の半径値

$V_{CAV}$ ：回転速度一定制御の指令回転数

$V_{CLV}$ ：ディスク固有の線速度

なお、上式で該当位置の半径値  $R$  は、例えば次式の演算により求められる。

$$R = \{ (T \cdot P \cdot V_{CLV} / \pi) + R_0^2 \}^{1/2}$$

但し、 $T$ ：該当位置の ATIP 時間情報

$P$ ：ディスク固有のトラックピッチ

$R_0$ ：プログラム領域最内周半径

例えば、 $P = 1.6 \mu\text{m}$ 、 $V_{CLV} = 1.2 \text{ m/秒}$  のディスクを用いて、 $V_{CAV} = 6000 \text{ rpm}$  で CAV 駆動する場合を想定すると、 $T = 5 \text{ 分 } 00 \text{ 秒 } 00 \text{ フレーム}$

の位置の半径値  $R$  は、

$$R = \{ \{ (5 \cdot 60) \cdot (1.6 \cdot 10^{-3}) \cdot (1.2 \cdot 10^3) / \pi \} + 25^2 \}^{1/2} = 28.43 \text{ mm}$$

であるから、その位置での線速度倍率  $V$  は、

$$V = 2\pi \cdot 28.43 \cdot (6000 / 60) / (1.2 \cdot 10^3) = 14.88 \text{ 倍速}$$

として求まる。なお、ディスク固有の線速度  $V_{CLV}$  およびディスク固有のトラックピッチ  $P$  の値は、例えば光ディスク記録装置に光ディスク 10 を挿入した後本番の記録前に測定するかあるいはディスク種類ごとのこれらの値をメモリ 52 に記憶しておくことにより取得することができる。

(d) 本番の記録時に、記録線速度倍率に応じて、光ビームの記録パワーの特性に基づき光パワー制御回路 44 に光ビームの記録パワーを指令し、記録ストラテジの補正量  $k$  の特性に基づきストラテジ回路 48 に補正量  $k$  を指令する。

【0026】なお、光ディスク 10 がメモリ 52 に記憶されていないディスク種類の場合は、システム制御回路 50 は、少なくとも 2 つの線速度倍率についてテスト記録を行って、記録線速度倍率に対する光ビームの記録パワーの特性全体を設定する。また、このとき記録ストラテジの補正量  $k$  については、例えば標準的な特性をメモリ 52 に記憶しておいて、それを使用するようにする。

【0027】図 1 の光ディスク記録装置による記録用光ビームの照射時間の補正量の調整について説明する。ストラテジ回路 48 は、形成すべきビット長に応じて記録用光ビームの照射時間を  $(n+k)T$

但し、 $T$ ：単位ビット長に相当する時間

$n$ ：単位ビット長に対する形成すべきビット長の倍数

(3 から 11 の自然数)

$k$ ：補正量

に制御する。図 4 は、記録用光ビームのパワー（記録パワー）を適正に保った状態で、記録線速度倍率を変化させて記録した場合に、再生信号の C1 エラー、ジッタ等の特性が良好となる補正量  $k$  の範囲（ハッチングで示す領域）を示したものである。これによれば、記録線速度倍率がほぼ 8 倍率を境界にそれ以下では記録線速度倍率に対する適正な  $k$  値の範囲は大きく変動するが、それ以上では記録線速度倍率が変化しても適正な  $k$  値の範囲はあまり変化しないことがわかる。図 4 の特性の光ディスクを使用する場合のストラテジ回路 48 による補正量  $k$  の特性例を図 5 に示す。図 5 の特性では補正量  $k$  を、8 倍速を境界の線速度倍率として、8 倍速未満では記録線速度倍率に応じて直線状（または曲線状でもよい）に変化させ、8 倍速以上では一定値  $k_c$  としている。なお、予めディスク種類ごとの補正量  $k$  の特性をメモリ 52 に記憶しておき、検出されるディスク ID に応じて該当する特性を読み出して使用する。

【0028】図 5 の補正量  $k$  の特性を使用して、CAV

記録とCLV記録を切り換えて記録する場合の、ディスク径方向位置に対する線速度倍率および補正量 $k$ の変化を図6～図8に示す。図6は、CAV記録の線速度倍率が常に8倍速以下の場合で( $V_i$ はCAV記録の線速度倍率初期値を示し、 $V_e$ は同線速度倍率最終値を示す。)、このとき補正量 $k$ はCAV記録領域全体にわたり変化する。図7は、CAV記録の線速度倍率が8倍速を挟んで変化する場合で、このとき補正量 $k$ は8倍速に達した以降一定値 $k_c$ に固定される。図8は、CAV記録の線速度倍率が常に8倍速以上の場合で、このとき補正量 $k_c$ はプログラム領域全域にわたり一定値 $k_c$ に固定される。

【0029】次に、図1の光ディスク記録装置による記録用光ビームのパワー制御について説明する。ここでは、記録線速度倍率を図9(a)のように変化させて記録を行う。すなわち、CLV記録の線速度倍率を $V_e$ (使用者等によって指令された線速度倍率)に設定し、プログラム領域18のうちこの線速度倍率 $V_e$ で回転数が指令値(ドライブに予め設定された回転数上限値等)以上となる内周側の領域について該指令回転数でCAV記録する。該CAV記録の線速度倍率初期値は $V_i$ 、線速度倍率最終値は $V_e$ である。図9(b)はこのときの光ビームの記録パワーの変化を示す。CAV記録領域では線速度倍率の上昇とともに記録パワーが上昇し(線速度倍率初期値 $V_i$ における記録パワーは $P_i$ 、線速度倍率最終値 $V_e$ における記録パワーは $P_e$ )、CLV記録領域に達すると記録パワーは $P_e$ で一定となる。

【0030】図9のように記録線速度倍率および記録パワーを制御して記録を行う場合の、記録線速度倍率に対する記録パワー特性の求め方について、具体例を説明する。

【例1】A社のスーパーシアニン系CD-Rディスク(以下「ディスクA」)を使用した場合の例  
図10は、ディスクAを用いて様々な線速度倍率において記録パワーを様々な値に変化させて記録した場合の、記録パワーに対する再生RF信号の $\beta$ 値の特性を示す。図11は該再生RF信号をEFM復調したときの、 $\beta$ 値に対するC1エラーの特性を示す。図12は該再生RF信号の、 $\beta$ 値に対するビットジッタの特性を示す。図13は図10の特性を展開して求めた、各 $\beta$ 値ごとの記録線速度倍率に対する記録パワーの特性である。図13によれば、 $\beta$ 値を所定値に保って記録する際の線速度倍率に対する記録パワーの特性は一次関数

$$y = ax + b$$

但し、 $y$ : 記録パワー

$x$ : 線速度倍率

で近似できる。また、図11、図12によれば、ディスクAの場合、高速記録時でもパワーマージンが十分広い(C1エラーおよびビットジッタが低いときの $\beta$ 値の範囲が広い)ので、記録線速度倍率によらず $\beta$ 値の目標値

(ターゲット $\beta$ )を一定値に設定することができる。したがって、 $\beta$ 値の目標値を例えば5%一定に設定すると、図13から、記録線速度倍率に対する記録パワーの特性関数 $y = ax + b$ の $a$ (傾き)、 $b$ ( $y$ 切片)の値を、 $a = 1.8258$ 、 $b = 3.8579$ に設定できることがわかる。

【0031】図10の特性は光ビームの波長が787nmの場合であるが、光ビームの波長はドライブごとに多少異なるから、この波長の違いによる影響を検討する必要がある。図14は光ビームの波長が783.7nmのドライブを用いてディスクAに様々な線速度倍率で記録パワーを様々な値に変化させて記録した場合の、記録パワーに対する再生RF信号の $\beta$ 値の特性を示す。図15は図14の特性を展開して求めた、各 $\beta$ 値ごとの記録線速度倍率に対する記録パワーの特性である。図15によれば、 $\beta$ 値が5%のときの関数 $y = ax + b$ の $a$ 、 $b$ の値は、 $a = 1.8244$ 、 $b = 3.1841$ となる。これらの値と図13による $\beta$ 値が5%のときの $a$ 、 $b$ の値とを比較すると、 $a$ の値はほぼ等しく、 $b$ の値が比較的大きく変化している。したがって、この結果から、光ビームの波長が多少異なっても、 $a$ の値は固定で、 $b$ の値のみ変化させればよいことがわかる。そこで、メモリ52にディスクAに関する記録線速度倍率に対する記録パワーの特性関数として、 $y = ax + b$ ( $a$ は固定、 $b$ は未定)を予め記憶しておき、本番の記録に先立ちテスト記録(OPC)を行って $b$ の値を設定する。

【0032】テスト記録で $b$ の値を求めて設定する手法の具体例を説明する。

(図16の手法)本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )内または該可変範囲外(例えば該可変範囲以下)の適宜の1つの線速度倍率 $V_1$ でOPCを行い、その線速度倍率 $V_1$ での適正記録パワー(設定された目標 $\beta$ 値が得られる記録パワー) $P_1$ を求め、該記録パワー $P_1$ が該線速度倍率 $V_1$ での特性関数 $y = ax + b$ の解となる $b$ の値を求めて設定する。

【0033】(図17の手法)本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い2つの線速度倍率 $V_1$ 、 $V_2$ (例えば、 $V_i = 10$ 倍速、 $V_e = 16$ 倍速の場合、 $V_1 = 4$ 倍速、 $V_2 = 8$ 倍速等)でOPCを行い、これら各線速度倍率 $V_1$ 、 $V_2$ での適正な記録パワー(設定された目標 $\beta$ 値が得られる記録パワー) $P_1$ 、 $P_2$ を求め、特性関数 $y = ax + b$ に対する $P_1$ 、 $P_2$ の誤差の平方和が最小となる $b$ の値を最小自乗法により求めて設定する。あるいは、本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い3つ以上の線速度倍率でOPCを行い、同様に最小自乗法により $b$ の値を求めて設定することもできる。

【0034】(図18の手法)本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い1つの線速度倍率 $V_1$ と該範囲内の1つの線速度倍率 $V_2$ (例



例えば、 $V_i = 10$ 倍速、 $V_e = 16$ 倍速の場合、 $V_1 = 8$ 倍速、 $V_2 = 12$ 倍速等)でOPCを行い、これら各線速度倍率 $V_1$ 、 $V_2$ での適正な記録パワー(設定された目標 $\beta$ 値が得られる記録パワー)  $P_1$ 、 $P_2$ を求め、特性関数  $y = ax + b$  に対する  $P_1$ 、 $P_2$ の誤差の平方和が最小となる $b$ の値を最小自乗法により求めて設定する。あるいは、本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い2つ以上の線速度倍率と該範囲内の1つの線速度倍率でOPCを行い、同様に最小自乗法により $b$ の値を求めて設定することもできる。

【0035】〔例2〕B社のシアニン系CD-Rディスク(以下「ディスクB」)を使用した場合の例

図19は、ディスクBを用いて様々な線速度倍率において記録パワーを様々に変化させて記録した場合の、記録パワーに対する再生RF信号の $\beta$ 値の特性を示す。図20は該再生RF信号をEFM復調したときの、 $\beta$ 値に対するC1エラーの特性を示す。図21は該再生RF信号の、 $\beta$ 値に対するビットジッタの特性を示す。図22は図19の特性を展開して求めた、各 $\beta$ 値ごとの記録線速度倍率に対する記録パワーの特性である。図22によれば、 $\beta$ 値を所定値に保って記録する際の線速度倍率に対する記録パワーの特性は一次関数

$$y = ax + b$$

但し、 $y$  : 記録パワー

$x$  : 線速度倍率

で近似できる。ただし、図20、図21によれば、ディスクBの場合、高速記録時のパワーマージンが狭い(C1エラーおよびビットジッタが低いときの $\beta$ 値の範囲が狭い)ので、記録線速度倍率に応じて $\beta$ 値の目標値を変更することが望ましい。図22の太線は記録線速度倍率に応じてC1エラーおよびビットジッタが小さい値を保持するように $\beta$ 値を変更したときの、記録線速度倍率に対する記録パワーの特性例を示したものである。この特性は二次関数

$$y = ax^2 + bx + c$$

で表されるもので、この例では $a = -0.0217$ 、 $b = 1.8169$ 、 $c = 4.408$ である。ただし、 $c$ の値は光ビームの波長に応じて比較的大きく変化する。そこで、メモリ52にディスクBに関する記録線速度倍率に対する記録パワーの特性関数として、 $y = ax^2 + bx + c$  ( $a$ 、 $b$ は固定、 $c$ は未定)を予め記憶しておき、本番の記録に先立ちテスト記録(OPC)を行って $c$ の値を設定する。

【0036】テスト記録で $c$ の値を求めて設定する手法の具体例を説明する。

(図23の手法)本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )内または該可変範囲外(例えば該可変範囲以下)の適宜の1つの線速度倍率 $V_1$ でOPCを行い、その線速度倍率 $V_1$ での適正記録パワー(設

定された目標 $\beta$ 値が得られる記録パワー)  $P_1$ を求め、該記録パワー $P_1$ が該線速度倍率 $V_1$ での特性関数  $y = ax^2 + bx + c$  の解となる $c$ の値を求めて設定する。

【0037】(図24の手法)本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い2つの線速度倍率 $V_1$ 、 $V_2$ (例えば、 $V_i = 10$ 倍速、 $V_e = 16$ 倍速の場合、 $V_1 = 4$ 倍速、 $V_2 = 8$ 倍速等)でOPCを行い、これら各線速度倍率 $V_1$ 、 $V_2$ での適正な記録パワー(該線速度倍率 $V_1$ 、 $V_2$ ごとに設定された目標 $\beta$ 値が得られる記録パワー)  $P_1$ 、 $P_2$ を求め、特性関数  $y = ax^2 + bx + c$  に対する  $P_1$ 、 $P_2$ の誤差の平方和が最小となる $c$ の値を最小自乗法により求めて設定する。あるいは、本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い3つ以上の線速度倍率でOPCを行い、同様に最小自乗法により $c$ の値を求めて設定することもできる。

【0038】(図25の手法)本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い1つの線速度倍率 $V_1$ と該範囲内の1つの線速度倍率 $V_2$ (例えば、 $V_i = 10$ 倍速、 $V_e = 16$ 倍速の場合、 $V_1 = 8$ 倍速、 $V_2 = 12$ 倍速等)でOPCを行い、これら各線速度倍率 $V_1$ 、 $V_2$ での適正な記録パワー(該線速度倍率 $V_1$ 、 $V_2$ ごとに設定された目標 $\beta$ 値が得られる記録パワー)  $P_1$ 、 $P_2$ を求め、特性関数  $y = ax^2 + bx + c$  に対する  $P_1$ 、 $P_2$ の誤差の平方和が最小となる $c$ の値を最小自乗法により求めて設定する。あるいは、本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い2つ以上の線速度倍率と該範囲内の1つの線速度倍率でOPCを行い、同様に最小自乗法により $c$ の値を求めて設定することもできる。

【0039】〔例3〕C社のフタロシアニン系CD-Rディスク(以下「ディスクC」)を使用した場合の例  
図26は、ディスクCを用いて様々な線速度倍率において記録パワーを様々に変化させて記録した場合の、記録パワーに対する再生RF信号の $\beta$ 値の特性を示す。図27は該再生RF信号をEFM復調したときの、 $\beta$ 値に対するC1エラーの特性を示す。図28は該再生RF信号の、 $\beta$ 値に対するビットジッタの特性を示す。図29は図26の特性を展開して求めた、各 $\beta$ 値ごとの記録線速度倍率に対する記録パワーの特性である。図29によれば、 $\beta$ 値を所定値に保って記録する際の線速度倍率に対する記録パワーの特性は一次関数

$$y = ax + b$$

但し、 $y$  : 記録パワー

$x$  : 線速度倍率

で近似できる。ただし、図27、図28によれば、ディスクCの場合、高速記録時のパワーマージンが狭い(C1エラーおよびビットジッタが低いときの $\beta$ 値の範囲が狭い)ので、記録線速度倍率に応じて $\beta$ 値の目標値を変更することが望ましい。図29の太線は記録線速度倍率

に応じてC1エラーおよびビットジッタが小さい値を保持するように $\beta$ 値を変更したときの、記録線速度倍率に対する記録パワーの特性例を示したものである。この特性は二次関数

$$y = ax^2 + bx + c$$

で表されるもので、この例では $a = -0.0148$ ,  $b = 1.4232$ ,  $c = 4.5933$ である。ただし、 $c$ の値は光ビームの波長に応じて比較的大きく変化する。そこで、メモリ52にディスクCに関する記録線速度倍率に対する記録パワーの特性関数として、 $y = ax^2 + bx + c$  ( $a$ ,  $b$ は固定、 $c$ は未定)を予め記憶しておき、本番の記録に先立ちテスト記録(OPC)を行って $c$ の値を設定する。テスト記録で $c$ の値を求めて設定する手法は、ディスクBについて示した図23~図25と同様の手法を用いることができる。

【0040】次に、メモリ52に記憶されていない光ディスクが挿入された場合の記録線速度倍率に対する記録パワーの特性関数の設定手法の具体例を説明する。

(図30の手法)本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い2つの線速度倍率 $V_1$ ,  $V_2$  (例えば、 $V_i = 10$ 倍速、 $V_e = 16$ 倍速の場合、 $V_1 = 4$ 倍速、 $V_2 = 8$ 倍速等)でOPCを行い、これら各線速度倍率 $V_1$ ,  $V_2$ での適正な記録パワー(設定された目標 $\beta$ 値が得られる記録パワー) $P_1$ ,  $P_2$ を求め、これら $P_1$ ,  $P_2$ が解となる特性関数 $y = ax + b$ を求めて設定する。または、本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い3つ以上の線速度倍率でOPCを行い、最小自乗法により特性関数 $y = ax + b$ 全体を求め、あるいは該3つ以上の適正記録パワー値間を直線または曲線で結んで直線近似または曲線近似により特性関数を求めて設定することもできる。

【0041】(図31の手法)本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い1つの線速度倍率 $V_1$ と該範囲内の1つの線速度倍率 $V_2$  (例えば、 $V_i = 10$ 倍速、 $V_e = 16$ 倍速の場合、 $V_1 = 8$ 倍速、 $V_2 = 12$ 倍速等)でOPCを行い、これら各線速度倍率 $V_1$ ,  $V_2$ での適正な記録パワー(設定された目標 $\beta$ 値が得られる記録パワー) $P_1$ ,  $P_2$ を求め、これら $P_1$ ,  $P_2$ が解となる特性関数 $y = ax + b$ を求めて設定する。または、本番の記録時に使用する線速度倍率の可変範囲( $V_i \sim V_e$ )よりも低い2つ以上の線速度倍率と該範囲内の1つの線速度倍率でOPCを行い、最小自乗法により特性関数 $y = ax + b$ 全体を求め、あるいは該3つ以上の記録パワー値間を直線または曲線で結んで直線近似または曲線近似により特性関数を求めて設定することもできる。なお、前期実施の形態では、再生信号品位に関するパラメータとして $\beta$ 値を用いたが、C1エラーもしくはビットジッタのみ、またはその他の再生信号品位に関するパラメータを用いることも

できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の光ディスク記録装置の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】 CD-Rの記録を、内周側はCAVで行い、外周側はCLVで行う方法の説明図である。

【図3】 CD-Rディスクの領域分割を示す径方向の断面図である。

【図4】 CD-Rディスクの、記録速度倍率に対する補正量 $k$ の適正範囲の一例を示す特性図である。

【図5】 図4の特性の光ディスクを使用する場合の図1のストラテジ回路48による補正量 $k$ の特性例を示す図である。

【図6】 図5の補正量 $k$ の特性を使用して、CAV記録とCLV記録を切り換えて記録する場合の、ディスク径方向位置に対する線速度倍率および補正量 $k$ の変化特性の一例を示す図である。

【図7】 図5の補正量 $k$ の特性を使用して、CAV記録とCLV記録を切り換えて記録する場合の、ディスク径方向位置に対する線速度倍率および補正量 $k$ の変化特性の他の例を示す図である。

【図8】 図5の補正量 $k$ の特性を使用して、CAV記録とCLV記録を切り換えて記録する場合の、ディスク径方向位置に対する線速度倍率および補正量 $k$ の変化特性の更に別の例を示す図である。

【図9】 光ディスクの半径位置に対する記録線速度倍率および光ビームの記録パワーの変化特性例を示す図である。

【図10】 ディスクAを用いて様々な線速度倍率において記録パワーを様々な値に変化させて記録した場合の、記録パワーに対する再生RF信号の $\beta$ 値の特性を示す図である。

【図11】 図10の記録による再生RF信号をEFM復調したときの、 $\beta$ 値に対するC1エラーの特性を示す図である。

【図12】 図10の記録による再生RF信号の、 $\beta$ 値に対するビットジッタの特性を示す図である。

【図13】 図10の特性を展開して求めた、各 $\beta$ 値ごとの記録線速度倍率に対する記録パワーの特性図である。

【図14】 光ビームの波長が異なるドライブを用いてディスクAに様々な線速度倍率で記録パワーを様々な値に変化させて記録した場合の、記録パワーに対する再生RF信号の $\beta$ 値の特性を示す図である。

【図15】 図14の特性を展開して求めた、各 $\beta$ 値ごとの記録線速度倍率に対する記録パワーの特性図である。

【図16】 ディスクAについてテスト記録で記録パワー特性 $y = ax + b$ の $b$ の値を求める手法の一例を示す図である。



【図 17】 ディスク A についてテスト記録で記録パワー特性  $y = ax + b$  の  $b$  の値を求める手法の他の例を示す図である。

【図 18】 ディスク A についてテスト記録で記録パワー特性  $y = ax + b$  の  $b$  の値を求める手法の更に別の例を示す図である。

【図 19】 ディスク B を用いて様々な線速度倍率において記録パワーを様々に変化させて記録した場合の、記録パワーに対する再生 RF 信号の  $\beta$  値の特性を示す図である。

【図 20】 図 19 の記録による再生 RF 信号を EFM 復調したときの、 $\beta$  値に対する C1 エラーの特性を示す図である。

【図 21】 図 19 の記録による再生 RF 信号の、 $\beta$  値に対するピットジッタの特性を示す図である。

【図 22】 図 19 の特性を展開して求めた、各  $\beta$  値ごとの記録線速度倍率に対する記録パワーの特性図である。

【図 23】 ディスク B についてテスト記録で記録パワー特性  $y = ax^2 + bx + c$  の  $b$ 、 $c$  の値を求める手法の一例を示す図である。

【図 24】 ディスク B についてテスト記録で記録パワー特性  $y = ax^2 + bx + c$  の  $b$ 、 $c$  の値を求める手法の他の例を示す図である。

【図 25】 ディスク B についてテスト記録で記録パワー特性  $y = ax^2 + bx + c$  の  $b$ 、 $c$  の値を求める手法の更に別の例を示す図である。

【図 26】 ディスク C を用いて様々な線速度倍率において記録パワーを様々に変化させて記録した場合の、記録パワーに対する再生 RF 信号の  $\beta$  値の特性を示す図である。

【図 27】 図 26 の記録による再生 RF 信号を EFM 復調したときの、 $\beta$  値に対する C1 エラーの特性を示す図である。

【図 28】 図 26 の記録による再生 RF 信号の、 $\beta$  値に対するピットジッタの特性を示す図である。

【図 29】 図 26 の特性を展開して求めた、各  $\beta$  値ごとの記録線速度倍率に対する記録パワーの特性図である。

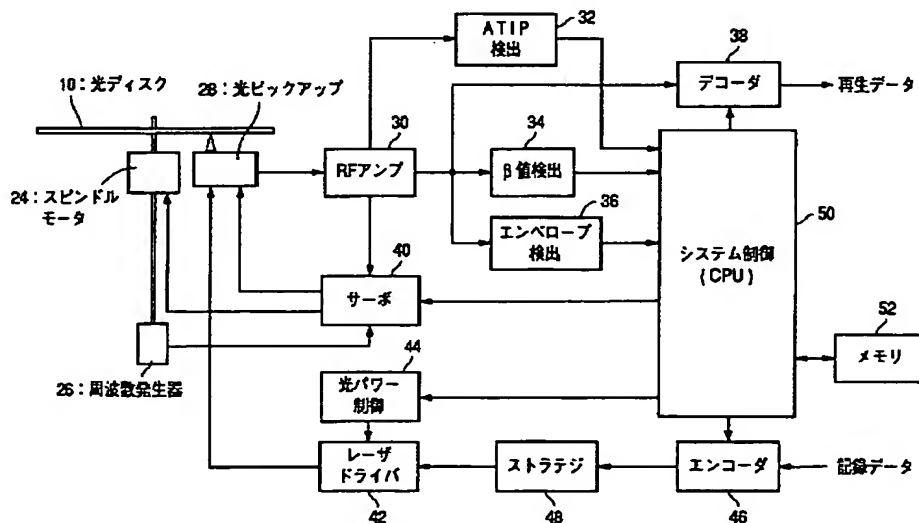
【図 30】 図 1 のメモリ 52 に記憶されていない光ディスクが挿入された場合の記録線速度倍率に対する記録パワーの特性関数の設定手法の一例を示す図である。

【図 31】 図 1 のメモリ 52 に記憶されていない光ディスクが挿入された場合の記録線速度倍率に対する記録パワーの特性関数の設定手法の他の例を示す図である。

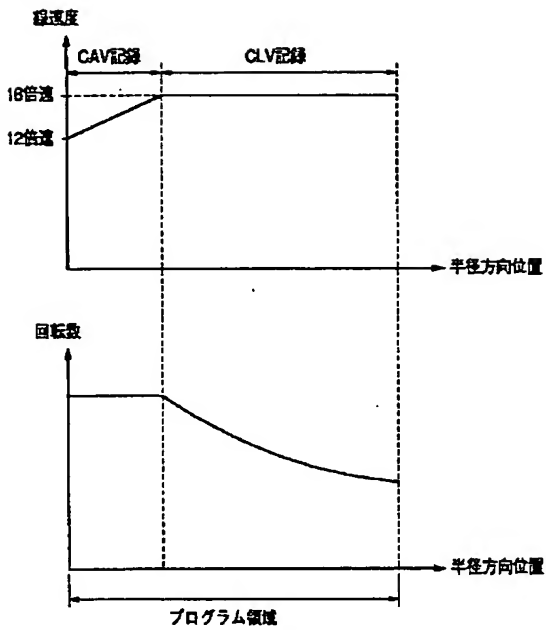
#### 【符号の説明】

10…CD-R ディスク（光ディスク）、40…サーボ回路（ディスクサーボ）、28…光ピックアップ、28…ATIP 検出回路（時間情報読み取り部）、44…光パワー制御回路（光パワー制御部）、48…ストラテジ回路（ストラテジ部）、52…メモリ（記憶部）、50…システム制御回路（システム制御部）、34… $\beta$  値検出回路（ $\beta$  値検出部）、36…エンベロープ検出回路（エンベロープ検出部）、38…デコーダ（再生データ出力部）、46…エンコーダ（記録データ出力部）、42…レーザドライバ（レーザ駆動部）、26…周波数発生器（周波数発生部）、24…スピンドルモータ（スピンドル駆動部）。

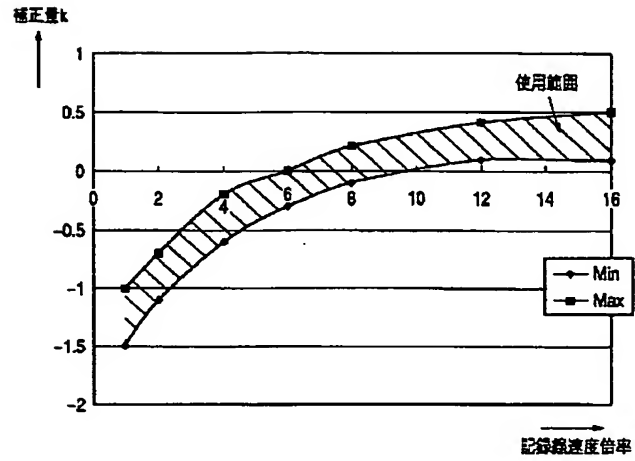
【図 1】



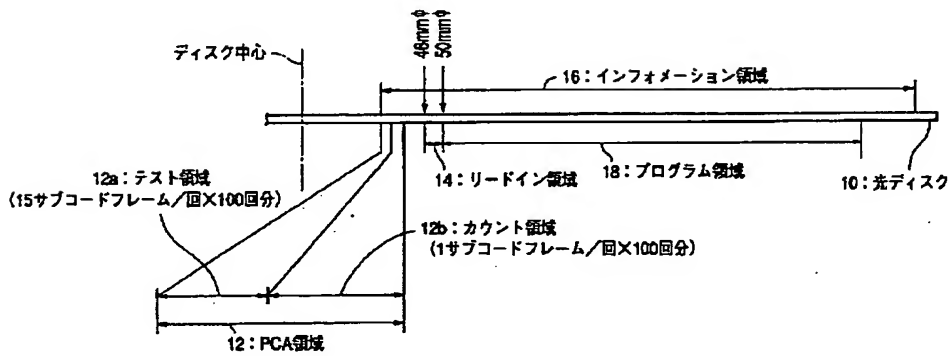
【図2】



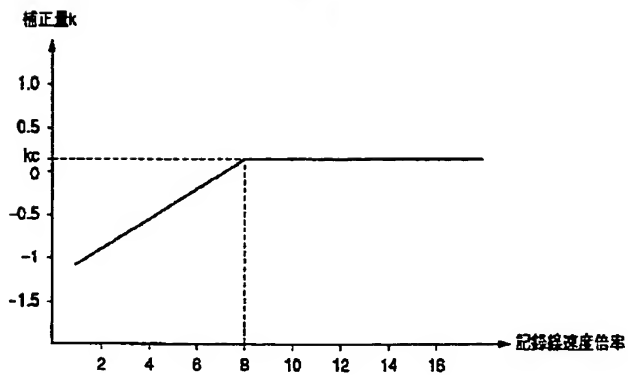
【図4】



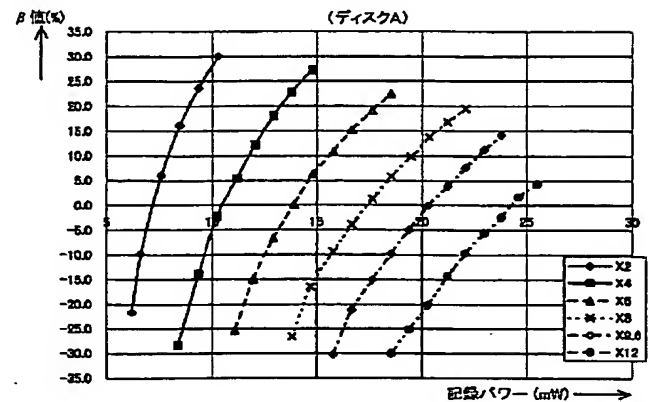
【図3】



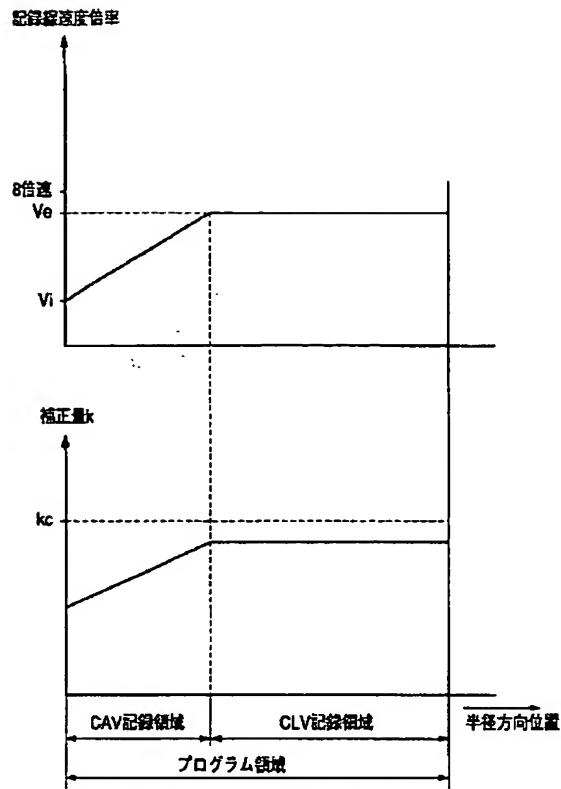
【図5】



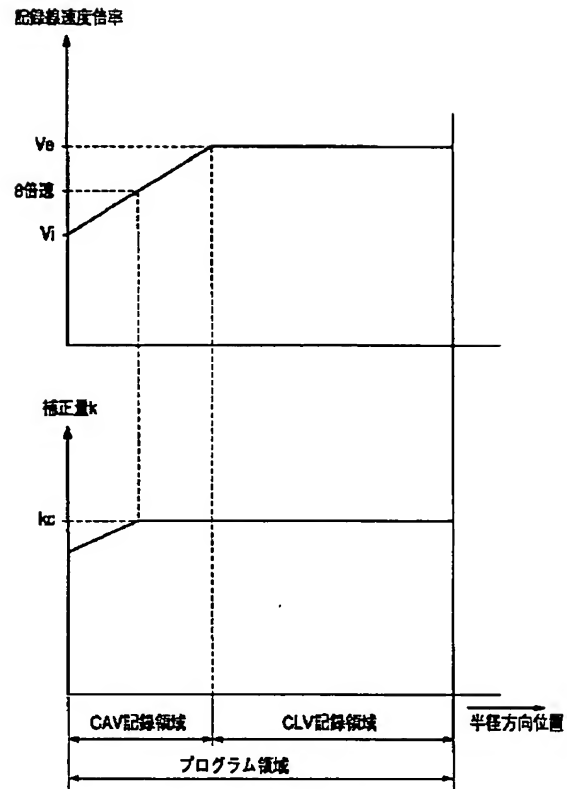
【図10】



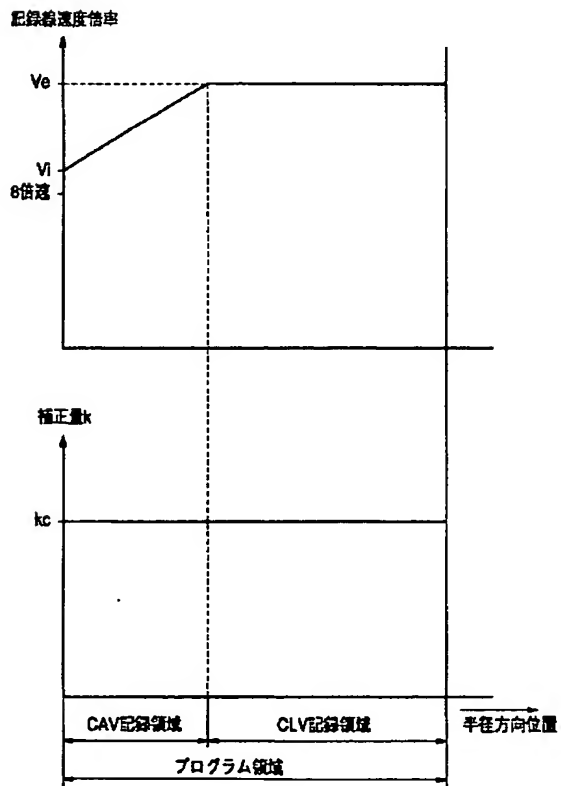
【図6】



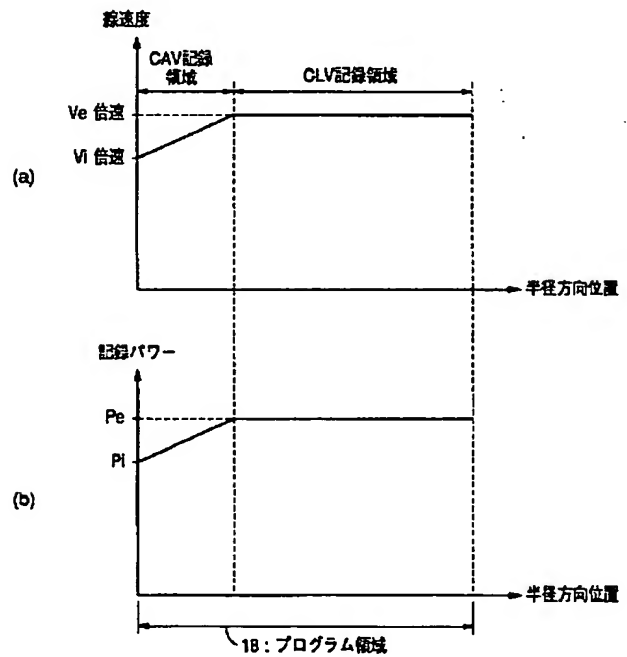
【図7】



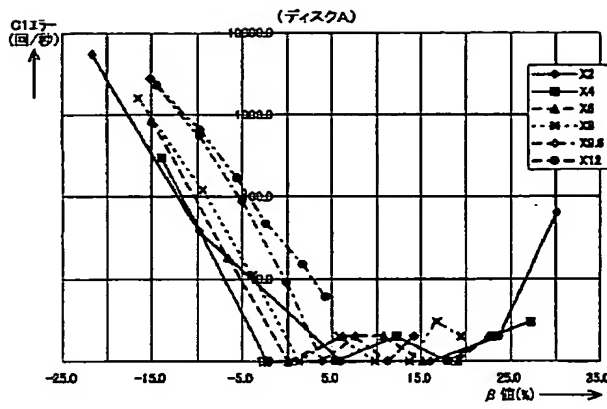
【図8】



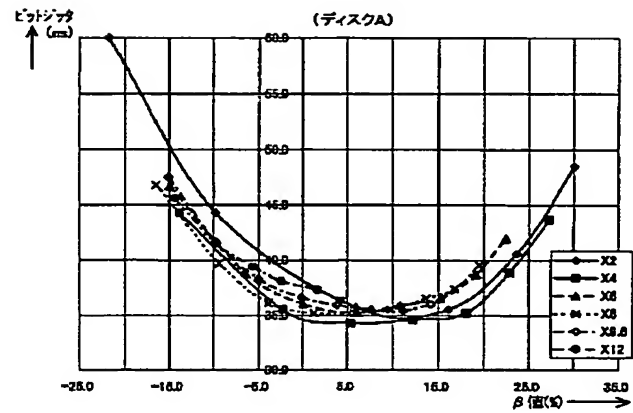
【図9】



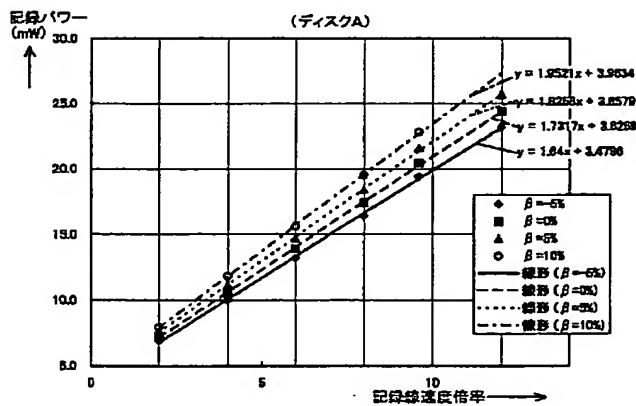
【図11】



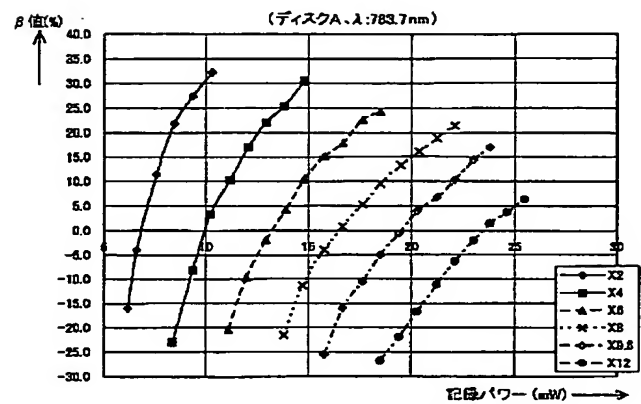
【図12】



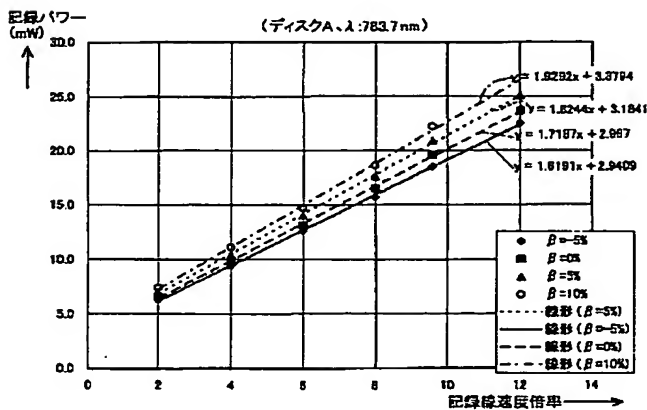
【図13】



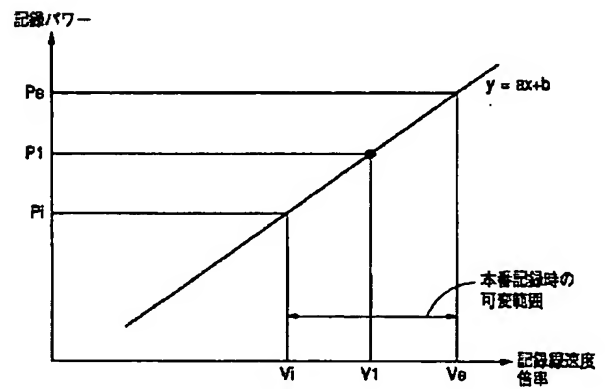
【図14】



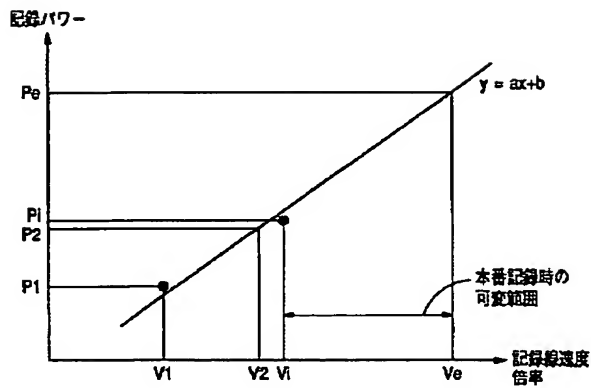
【図15】



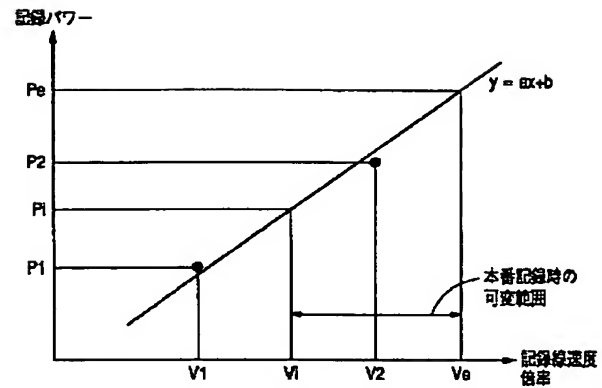
【図16】



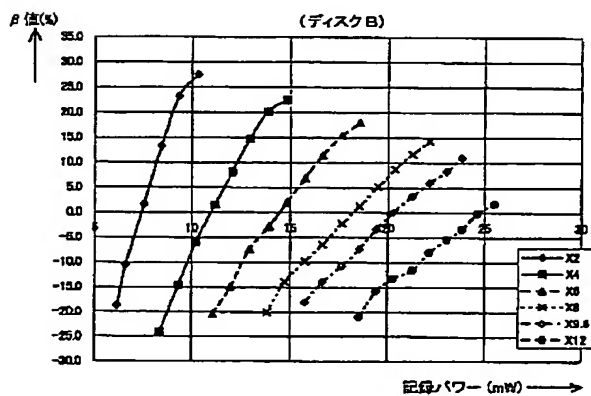
【圖 17】



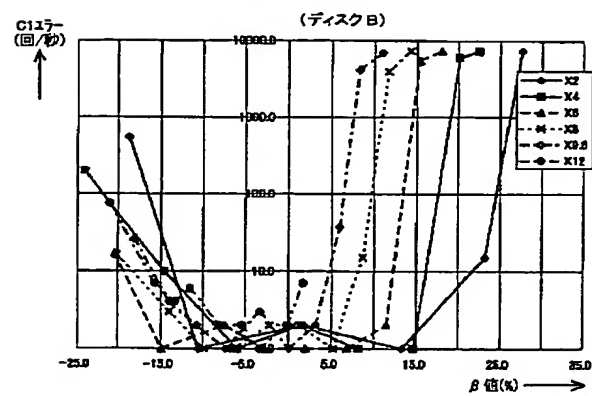
【图 18】



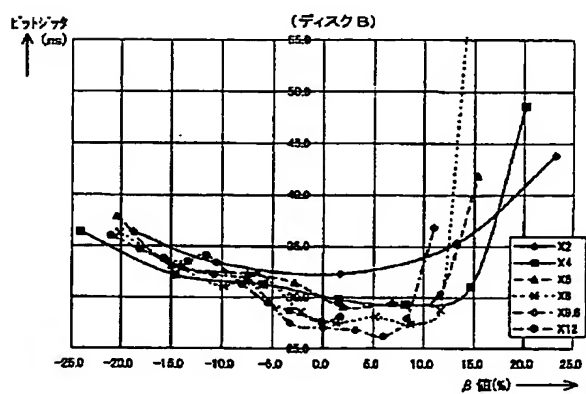
【图 19】



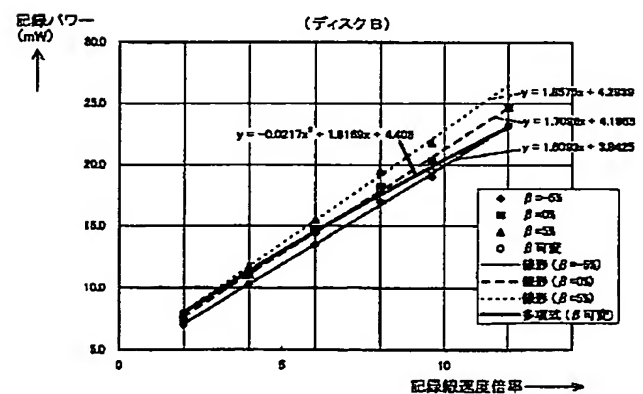
【図20】



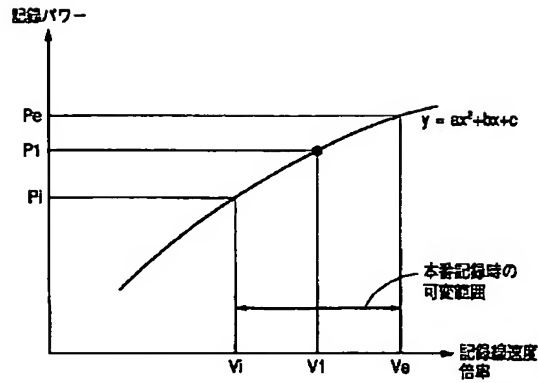
【图 2 1】



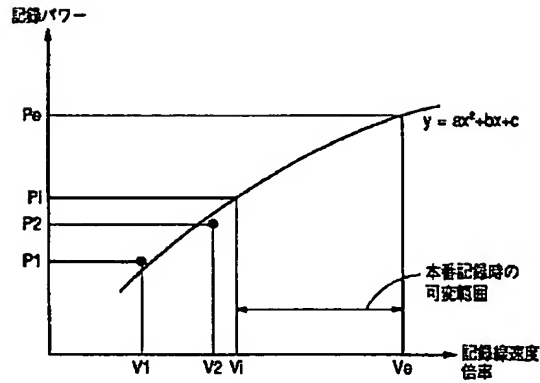
【图 2 2】



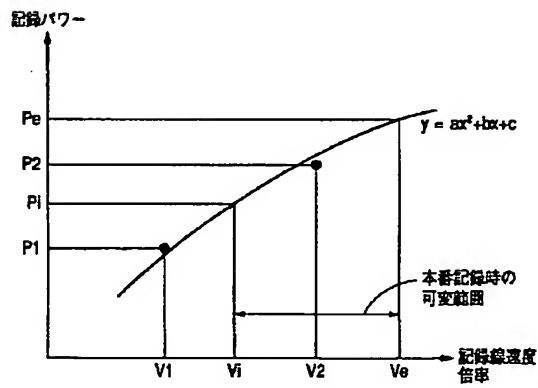
【図23】



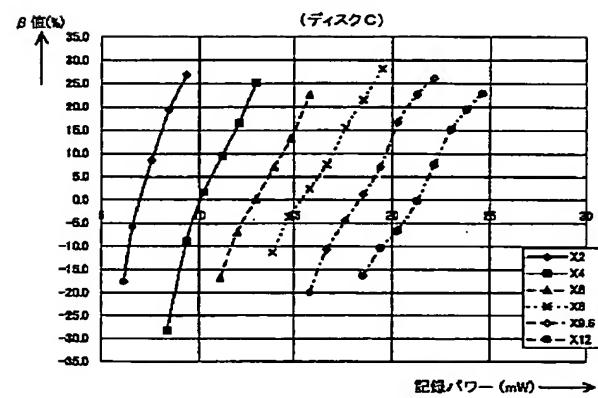
【図24】



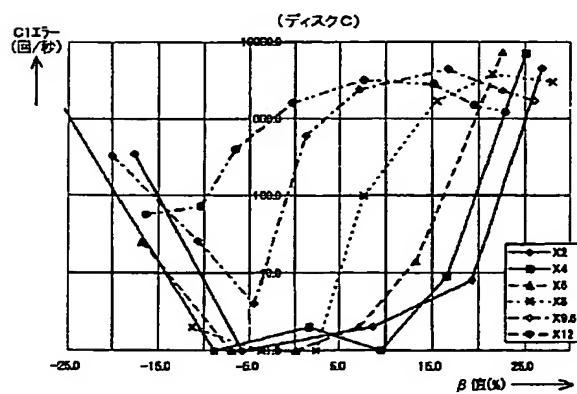
【図25】



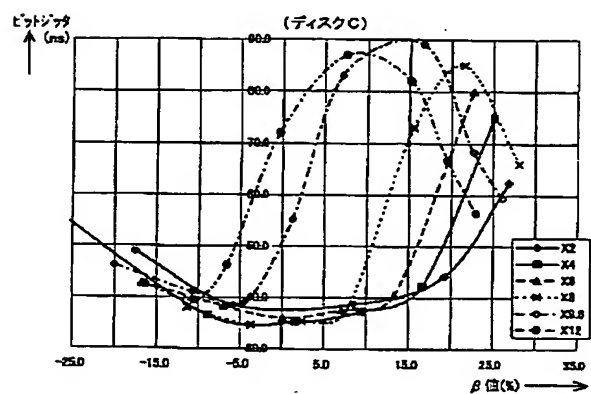
【図26】



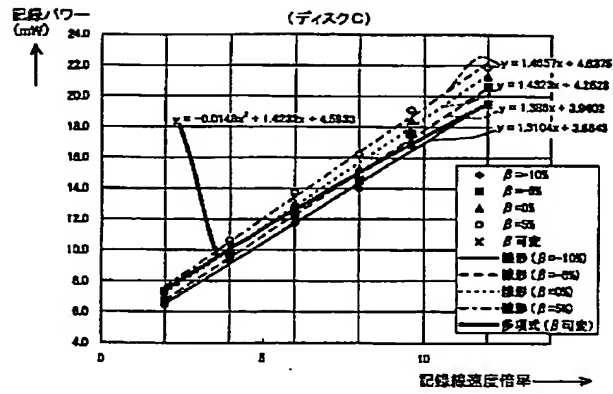
【図27】



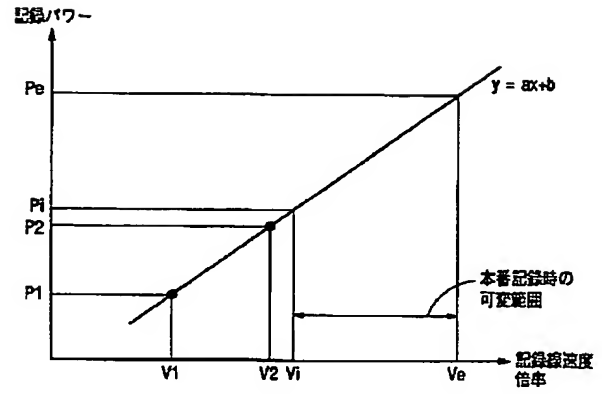
【図28】



【図29】



【図30】



【図31】

